

Fernando E Novas

Museo Argentino de Ciencias Naturales
Bernardino Rivadavia (MACN), Conicet

Leonardo Salgado

Instituto de Investigación en Paleobiología y
Geología, UNRN-Conicet

Marcelo Pablo Isasi

MACN, Conicet

Chilesaurus, un rompecabezas evolutivo

Un hallazgo sorprendente en el sur de Chile

En febrero de 2004 el matrimonio de geólogos chilenos formado por Rita de la Cruz y Manuel Suárez estaba explorando los Andes en la región de Aysén con el propósito de relevar los detalles de la formación geológica Toqui, una secuencia de rocas jurásicas datadas hace 145Ma y expuestas en la Patagonia chilena. Esperaban así comprender el origen de las enormes montañas del extremo sur de América.

Los acompañaban su hijo Diego y Macarena, hija de Manuel. En el campamento base, Diego, entonces de siete años, juntaba huesos de vaca como si fueran de dinosaurio, pero una tarde, en el cerro más próximo, encontró pequeños fragmentos de hueso de un verdadero dinosaurio, entre ellos, una diminuta vértebra y una costilla. Fueron los primeros fósiles de vertebrados de Toqui. El día finalizó con una excelente colección de fósiles, los cuales –según ahora sabemos– pertenecen a un extraño dinosaurio terópodo, nuevo para la ciencia, y al que hoy llamamos *Chilesaurus diegosuarezi* como reconocimiento a su joven descubridor.

¿DE QUÉ SE TRATA?

Relato del descubrimiento y debate científico acerca de las relaciones de parentesco de uno de los dinosaurios más extraños hasta ahora descubiertos, el que permite apreciar que la evolución de estos reptiles fue mucho más compleja que lo imaginado.

Un dinosaurio para armar

Los materiales fueron posteriormente enviados a Buenos Aires con el fin de que los examinara nuestro grupo de trabajo en el Museo Argentino de Ciencias Naturales. Incluían huesos macizos, enormes, de hasta 50cm de diámetro, que indudablemente pertenecían a *saurópodos*, gigantescos dinosaurios cuellilargos, de andar cuadrúpedo y de hábitos herbívoros. Con esos huesos no había dudas en cuanto a su asignación taxonómica, ya que no hay otro grupo de dinosaurios con huesos semejantes en forma y tamaño. Sin embargo, la amplia mayoría de los elementos colectados pertenecía a dinosaurios mucho más pequeños, de un tamaño que cabía dentro de un morral. Evidentemente no eran de saurópodos, sino que pertenecían a otros linajes de dinosaurios. Pero ¿a cuáles?

Desparramamos en el museo la formidable colección de fósiles de Aysén sobre una gran mesa con el fin de ordenar los huesos de acuerdo con su posición en el esqueleto. Correspondían a animales cuyos tamaños variaban desde el de un pavo al de un avestruz, y el aspecto anatómico de los huesos nos hacía sospechar que pertenecían a tres linajes diferentes de dinosaurios: los *terópodos*, ágiles depredadores bípedos con garras lacerantes en sus manos; los *ornitisquios*, de dieta herbívora, algunos de andar cuadrúpedo y otros bípedos, y un tercer grupo, filogenéticamente relacionado con los saurópodos, que los paleontólogos informalmente llamamos *prosaurópodos*, unos dinosaurios primitivos que prosperaron hacia fin del período triásico (hace aproximadamente 200Ma) y se extinguieron a principios del Jurásico. Estos últimos se caracterizaban por tener cuellos gráciles y alargados,

pies anchos, tobillos de construcción primitiva y dieta herbívora.

La fragmentaria asociación de dinosaurios terópodos y ornitisquios que —en un comienzo— creímos reconocer para Toqui no difería de manera significativa de lo encontrado en otras localidades del Jurásico superior, tales como Tendaguru (en Tanzania) o Morrison (en el oeste norteamericano). Después de todo, durante el Jurásico los continentes estuvieron unidos en dos grandes bloques o supercontinentes: Laurasia al norte y Gondwana al sur, parcialmente separados por el mar de Tethys. Así, los animales y las plantas eran capaces de dispersarse sin mayores dificultades entre puntos distantes del planeta, con el resultado biológico de una fauna de dinosaurios relativamente uniforme en todo el mundo jurásico. Las cosas resultaban claras con esta interpretación, salvo la inusual presencia en Toqui de huesos de prosaurópodos, que no condecía con la datación del Jurásico superior de las rocas del sur de Chile en que fueron hallados.

Una piedra de Rosetta jurásica

La abundancia y el excelente estado de preservación de los fósiles de Toqui nos hicieron pensar que el yacimiento chileno debía contener más materiales con los cuales poder explicar la contradicción indicada en el párrafo precedente. Además, entre las bolsas de materiales reconocimos una roca, no más grande que un puño, en la que se preservaban en perfecta articulación parte de una columna vertebral de un pequeño dinosaurio y huesos de los brazos plegados sobre el pecho en posición de descanso. Esto nos empujó definitivamente a organizar una expedición





De izquierda a derecha: Manuel Suárez, de la Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, con Marcela Milani y Nicolás Chimento, del MACN, en plena búsqueda de fósiles en la región chilena de Aysén.

paleontológica a Aysén, pues indicaba que allí las rocas de la formación Toqui encerraban esqueletos completos a la espera de ser descubiertos.

Partimos en enero de 2010 para encontrarnos con Suárez y su equipo. Los resultados obtenidos en esa primera expedición conjunta fueron sumamente alentadores: varios esqueletos articulados de pequeños dinosaurios, unos yaciendo vientre abajo y con el cuello extendido hacia adelante, otros con los brazos plegados bajo el pecho, y algunos con los brazos extendidos a los lados del cuerpo.

De regreso en Buenos Aires comenzamos a preparar los especímenes en el laboratorio con la convicción de que habíamos colectado fósiles tanto de terópodos como de ornitisquios. Sin embargo, cuando el más completo de los esqueletos colectados quedó finalmente preparado, advertimos que todos los restos correspondían a una única especie de dinosaurio. En otras palabras, la fauna entera de pequeños dinosaurios que habíamos imaginado al comienzo de nuestro estudio se había transformado en una especie única, desconocida hasta entonces. Este fue un momento de enorme entusiasmo en nuestra investigación. El esque-

leto que habíamos descubierto fue la piedra de Rosetta que brindó las pistas para organizar todos los huesos que desde hacía meses teníamos desparramados sobre la mesa del laboratorio. En ese momento quedó claro que los grandes y los chicos correspondían a diferentes etapas del crecimiento de los animales de esa nueva especie.

Un dinosaurio desconcertante

La nueva criatura de los Andes chilenos reunía caracteres de tres grupos claramente distintos de dinosaurios: los terópodos, los sauropodomorfos y los ornitisquios. Los caracteres de terópodo se apreciaban en las vértebras del cuello, provistas de perforaciones (llamadas *pleurocelos*) a ambos lados de sus cuerpos, lo mismo que en el hueso superior de la cadera (el ilion) y en la tibia, cuyas articulaciones aparecían modificadas en su extremo inferior para encastrar con los huesos del tobillo. Además, el pie aparecía con el primer metatarso reducido. Los rasgos de ornitisquio

consistían en la rotación hacia atrás del hueso pubis, el cual aparecía paralelo al hueso isquion y creaba así mayor espacio para albergar intestinos más largos, aptos para procesar alimentos vegetales. Finalmente, los caracteres que lo asemejaban a los sauropodomorfos incluían la robusta construcción de las mandíbulas, portadoras de dientes en forma de hojas y con bordes aserrados, la primitiva construcción de los huesos del tobillo y un pie muy ancho conformado por cuatro dedos, lo que recuerda a los pies de los famosos prosaurópodos del Triásico tanto de la Argentina como de Europa, entre ellos, el *Riojasaurus* y el *Plateosaurus*.

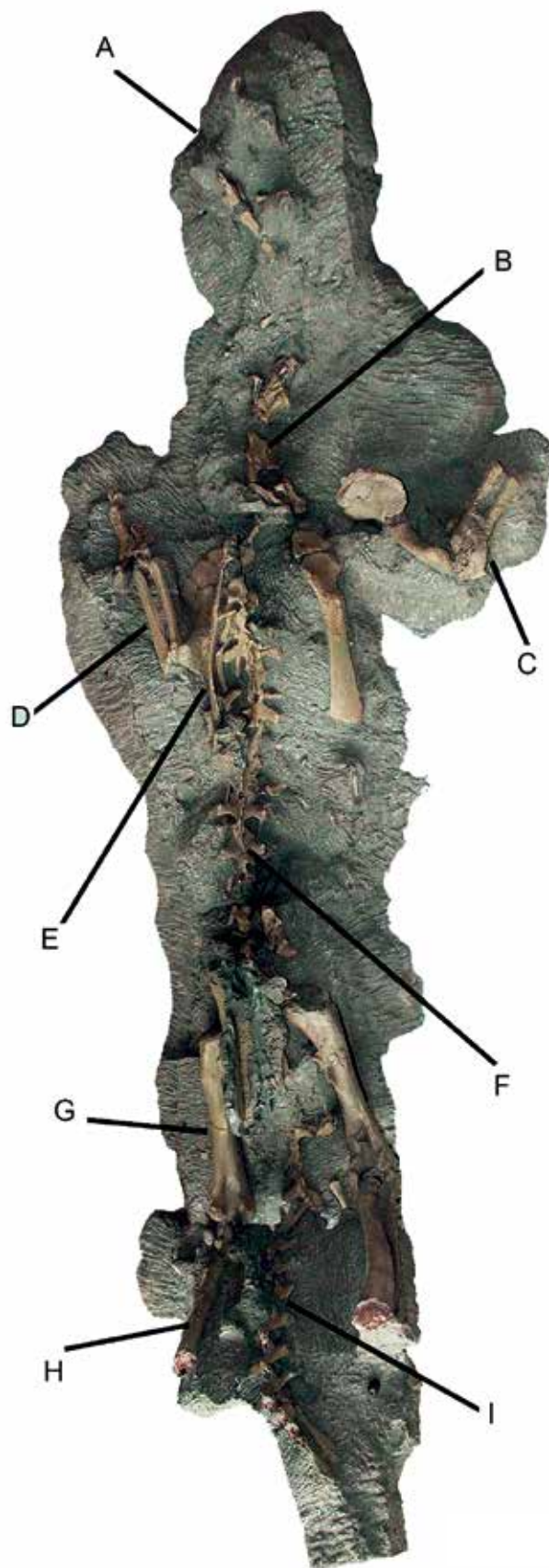
Tal particular mezcla de rasgos osteológicos, ausente en cualquier otro dinosaurio conocido, ofrecía sobradas razones para nombrar una nueva especie: *Chilesaurus diegosuarezi*. Pero de inmediato surgió la pregunta sobre sus relaciones de parentesco: ¿era un prosaurópodo, un ornitisquio o un terópodo?

Por su condición de herbívoro, su pubis girado hacia atrás y sus patas traseras con pies transversalmente anchos, pensamos que *Chilesaurus* podría ser un ornitisquio o un prosaurópodo. Para analizar esta suposición nos basamos en trabajos sobre sauropodomorfos primitivos publicados por Diego Pol, del Museo Egidio Feruglio de Trelew, y Alejandro Otero, del Museo de La Plata. Sin embargo, los resultados del estudio mostraron que *Chilesaurus* no pertenece a ninguno de esos linajes de herbívoros, sino que estaría emparentado con los terópodos.

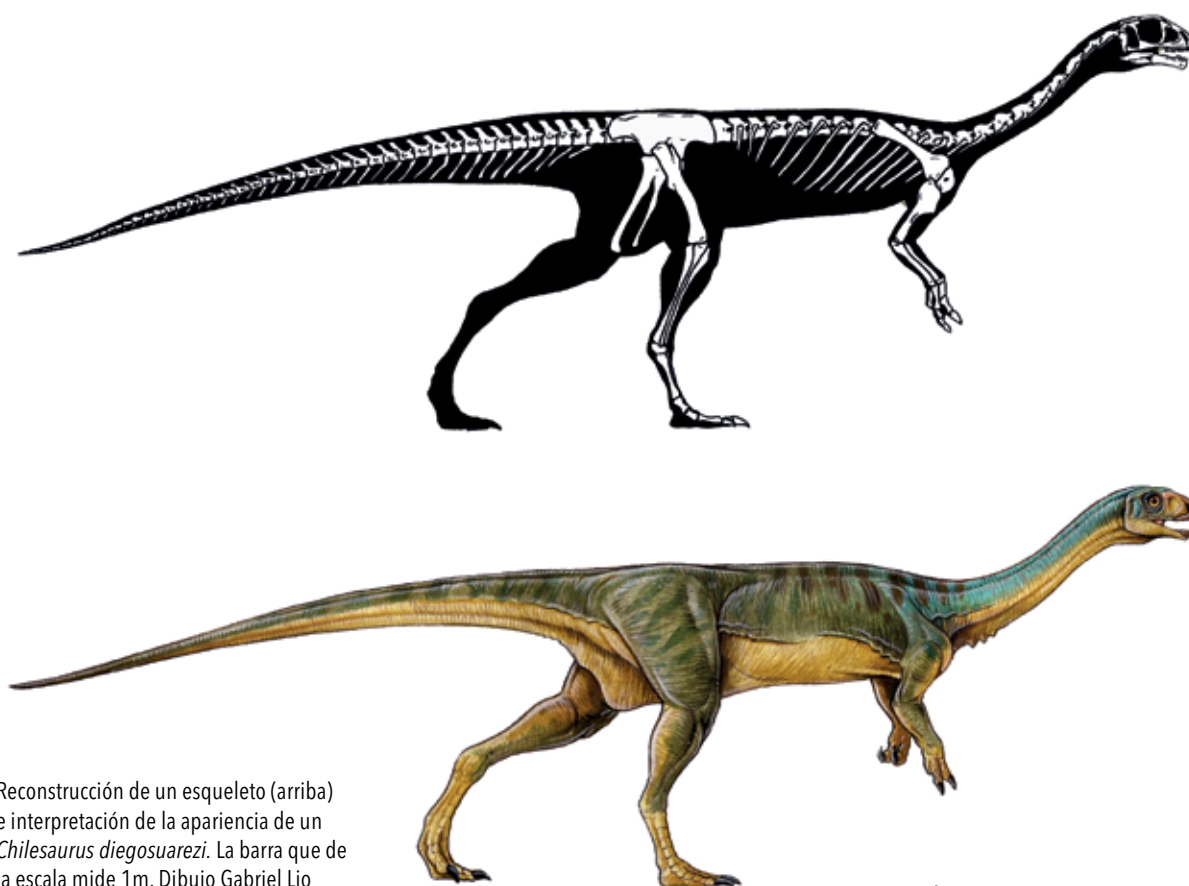
Nuestra hipótesis más firme es que *Chilesaurus* pertenece a un grupo de terópodos conocido con el nombre de *tetanuros*, entre cuyas formas mejor conocidas se cuentan los alosaurios, los tiranosaurios, los oviraptorosaurios, los velociraptores y las aves. No queremos decir con esto que el enigma filogenético del *Chilesaurus* esté resuelto. Muy por el contrario: su anatomía cuestiona considerablemente lo que suponíamos acerca de la evolución de los dinosaurios, y debemos confesar que los resultados que obtuvimos no nos terminan de convencer. De hecho, un reciente y controvertido estudio de paleontólogos ingleses liderados por Matthew Baron, de la Universidad de Cambridge, propone hacer modificaciones profundas en el árbol filogenético de los dinosaurios, al punto de ubicar al *Chilesaurus* como un eslabón perdido entre terópodos y ornitisquios. Se abre, entonces, una línea de investigación que implica revisar la filogenia entera de los dinosaurios, un problema enormemente complejo que requerirá una cooperación internacional.

Predadores devenidos vegetarianos

En nuestra interpretación, *Chilesaurus* representaría a uno de los últimos eslabones de una larga cadena evolutiva de



Uno de los esqueletos mejor preservados de *Chilesaurus* tal como fuera encontrado en la roca. A huesos craneanos. B vértebras cervicales. C brazo derecho. D brazo izquierdo. E escápulo-coracoides izquierdo. F vértebras dorsales. G fémur izquierdo. H tibia izquierda. I vértebras caudales. La barra que da la escala mide 20cm.



Reconstrucción de un esqueleto (arriba) e interpretación de la apariencia de un *Chilesaurus diegosuarezi*. La barra que de la escala mide 1m. Dibujo Gabriel Lio

dinosaurios terópodos devenidos en herbívoros. Apparently formó parte de una estirpe de dinosaurios que a lo largo de millones de años fue modificando una dieta originalmente carnívora en otra basada estrictamente en plantas. Sudamérica brindaba las condiciones ecológicas apropiadas para sostener poblaciones de vertebrados herbívoros, como lo demuestran las evidencias paleobotánicas halladas en rocas del Triásico y el Jurásico consistentes en fósiles de equisetales, helechos con semillas y gimnospermas, las plantas más prolíficas de los bosques de entonces.

Sin embargo, este hecho no alcanza a explicar semejante cambio de hábitos. ¿Por qué, en definitiva, los antepasados del *Chilesaurus* abandonaron sus hábitos depredadores y se transformaron en comedores de plantas? No lo sabemos a ciencia cierta, aunque es muy probable que esos lejanos ancestros hayan sido pequeños y de hábitos omnívoros, que incluían en su dieta una variedad de artrópodos, pequeños vertebrados y algo de material vegetal, y que algún cambio ambiental ocurrido en la Patagonia a comienzos del Jurásico haya puesto en marcha el cambio alimentario y llevado selectivamente a los antecesores del *Chilesaurus* hacia una dieta cada vez más vegetariana.

Chilesaurus es uno de los raros ejemplos evolutivos de dinosaurios terópodos que abandonaron la dieta carnívora. Se conocían casos de este tipo en América del Norte y en Asia, como los ornitomímidos, los oviraptorosaurios y los

terizinosaurios, que prosperaron durante el período cretácico (entre hace 145 y 66Ma) y pertenecen a un grupo anatómico y filogenéticamente más avanzado que el linaje del *Chilesaurus*. Entre los vertebrados vivientes un ejemplo que ilustra el cambio de una dieta omnívora a otra estrictamente vegetariana es el oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), que comparte un lejano antepasado común con predadores como el oso polar y el oso pardo.

Incertidumbres sobre la geografía jurásica de la Patagonia

Más allá de sus relaciones de parentesco, hay otro aspecto del caso *Chilesaurus* que llama la atención: era la especie numéricamente más abundante de la fauna de reptiles que poblaba Aysén a fines del Jurásico. Considerando que hace 150Ma aún no existía la cordillera de los Andes, es posible que formas emparentadas con *Chilesaurus* hayan vivido también en la Patagonia argentina, pero es curioso que hasta el momento no se haya descubierto evidencia alguna de posibles parientes de *Chilesaurus* en los productivos yacimientos jurásicos correspondientes a las formaciones Cañadón Asfalto y Cañadón Calcáreo,



Mandíbula izquierda con dientes de un *Chilesaurus diegosuarezi*.


en el centro de Chubut. En una palabra, todo parece indicar que esta especie encontró en la margen occidental de la Patagonia las condiciones ecológicas apropiadas para sostener una elevada abundancia numérica, algo que aparentemente no ocurría en otros sitios del continente sudamericano.

El hallazgo del *Chilesaurus*, junto con el de otras extrañas criaturas jurásicas de la Patagonia argentina, como el saurópodo jorobado *Brachytrachelopan* y el pequeño terópodo monodáctilo *Sarmientichnus*, sugieren que el continente sudamericano constituyó una cuna para la evolución de diferentes estirpes de dinosaurios, morfológicamente muy diferentes de los hallados en otras regiones del mundo. El hecho de que los continentes estuvieran unidos y que la fauna de dinosaurios fuera relativamente uniforme en todo el mundo jurásico no significa indefectiblemente que todas las especies de dinosaurios hayan estado uniformemente distribuidas por el planeta. *Chilesaurus*, *Brachytrachelopan* y *Sarmientichnus* no lo estuvieron, e invitan a revisar las

condiciones paleogeográficas y paleoambientales de la Patagonia hacia fines del Jurásico para poder explicar por qué estas criaturas solo vivían en la Patagonia durante ese período geológico.

Además del *Chilesaurus*, durante el Jurásico superior habitaron Aysén pequeños cocodrilos primitivos de aproximadamente 80cm de longitud. Tanto estos como los *Chilesaurus* deambulaban entre las patas de los enormes saurópodos. Los restos de saurópodos que colectamos en Toqui proveen información de una etapa evolutiva escasamente documentada en Sudamérica. Es cierto que la Patagonia argentina es famosa por enormes saurópodos como *Argentinosaurus*, *Puertasaurus*, *Patagotitan* y *Notocolossus*, pero se trata de especies del período cretácico, más recientes por unos 50Ma que sus parientes de Toqui. Los nuevos ejemplos del Jurásico chileno nos ayudan a conocer mejor la diversidad que alcanzaron los saurópodos para mediados del Mesozoico, al punto de incluir los primeros huesos conocidos para Sudamérica de la familia de los diplodócidos, grupo de saurópodos cuyo representante más famoso es el renombrado *Diplodocus* del Jurásico del oeste norteamericano.

Estudios futuros

Chilesaurus vino a plantear más interrogantes que respuestas. ¿Cuáles fueron sus antepasados? ¿Es correcta la hipótesis de que se trata de un miembro de los terópodos tetanuros? ¿Tendremos que modificar profundamente el árbol filogenético de los dinosaurios para dar cabida a esta especie que no encaja cómodamente en ninguno de los linajes dinosaurianos? Queda mucho por develar acerca de la evolución y el modo de vida de este curioso dinosaurio patagónico. 

LECTURAS SUGERIDAS

BONAPARTE JF, 1981, 'Dinosaurios del Jurásico de América del Sur', *Investigación y Ciencia*, 63.

LANGER M et al., 2017, 'Untangling the dinosaur family tree', *Nature*, 551, <http://doi.org/10.1038/nature24011>.

NOVAS FE et al., 2015, 'An enigmatic plant-eating theropod from the Late Jurassic period of Chile', *Nature*, 14307: 1-10.

SALGADO L et al., 2015, 'Late Jurassic Sauropods in Chilean Patagonia', *Ameghiniana*, 52, 4.



Fernando E Novas

Doctor en ciencias naturales,
UNLP.
Investigador principal en el
Museo Argentino de Ciencias
Naturales, Conicet.
fernovas@yahoo.com.ar



Leonardo Salgado

Doctor en ciencias naturales, UNLP.
Investigador principal en el
Instituto de Investigación en
Paleobiología y Geología,
UNRN-Conicet.
Profesor titular, UNRN.
lsalgado@unrn.edu.ar



Marcelo P Isasi

Bachiller pedagógico,
Escuela Modelo
Mariano Acosta.
Profesional principal del
Conicet en el MACN.
mpisasi@hotmail.com